

Maintenance Circuit Breaker SF6 kV Unit 3-4 di PT.Indonesia Power Suralaya

Lubna Nadra Hasti

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: 2283200045@untirta.ac.id

Irwanto

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: irwanto.ir@untirta.ac.id

Korespondensi penulis: 2283200045@untirta.ac.id

Abstract. Maintenance of circuit breakers with SF6 gas media in PT. Indonesia Power Suralaya is a maintenance that is carried out every 2 years by using an overhauled system. These checks include measurements of insulation, the forging of contact opening and closing, and contact resistance. The data taken is checking data taken from biennial data and is definite data. In addition to the maintenance of the overhaul circuit breaker, it is also checked regularly once a month, to ensure that there are no problems with the equipment used as a protection system for handling electrical distribution.

Keywords: Circuit Breaker, Maintenance, Sulfur Hexafluoride .

Abstrak. Pemeliharaan circuit breaker dengan media gas SF6 di PT.Indonesia Power suralaya merupakan suatu pemeliharaan yang dilakukan selama 2 tahun sekali dengan menggunakan sistem overhoul. Pengecekan ini meliputi pengukuran tahanan isolasi, keserempakan pembukaan dan penutupan kontak dan tahanan kontak. Data yang diambil merupakan data pengecekan yang diambil dari data perdua tahunan dan merupakan data yang pasti. Selain pemeliharaan overhoul circuit breaker ini juga dilakukan pengecekan secara rutin selama satu bulan sekali, untuk memastikan bahwasannya tidak ada permasalahan pada alat yang digunakan sebagai sistem proteksi untuk penanganan penyaluran aliran listrik.

Kata kunci: Gas SF6, Pemeliharaan, Pemutus Tenaga.

LATAR BELAKANG

Setiap Perusahaan pembangkit memiliki peralatan yang menunjang proses pembangkitan listrik tersebut. Alat-alat yang terdapat di perusahaan pembangkit beroperasi setiap waktu. Penggunaan peralatan yang berkelanjutan dapat menyebabkan kerusakan pada alat tersebut. Kerusakan 2 dapat disebabkan karena dua faktor, diantaranya faktor internal dan faktor eksternal. Faktor eksternal meliputi kurangnya

perawatan dan pemeliharaan maupun karena adanya pengaruh dari lingkungan, sedangkan faktor internal dapat disebabkan oleh karakteristik listrik itu sendiri. Pembangkit listrik memerlukan suatu sisem sebagai pengaman ketika terjadi permasalahan yang dapat bekerja secara spontan. Pengamanan secara spontan ini diperlukan agar kerusakan pada alat listrik tidak menyebar ke seluruh peralatan. Kemampuan suatu pengaman harus mampu mengatasi kerusakan akibat faktor-faktor tersebut. Berdasarkan uraian diatas diperlukan penjadwalan secara rutin terhadap mesin yang digunakan agar tidak menimbulkan suatu kerusakan yang dapat merugikan perusahaan

KAJIAN TEORITIS

Circuit breaker atau pemutus tenaga merupakan salah satu bagian dari sistem proteksi yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus berbeban maupun tak berbeban yang mengalir diantara sumber tenaga dan beban dengan cara otomatis. menurut Setiono (2007) suatu peralatan circuit breaker harus memiliki syarat-syarat dalam mengatasi permasalahan, yang mana harus mampu menyalurkan arus maksimum sistem terus menerus, mampu memutuskan dan menutup jaringan dalam keadaan berbeban maupun hubung singkat tanpa menimbulkan kerusakan dan dapat memutuskan arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi agar arus hubung singkat tidak sampai merusak peralatan sistem.

Pemutus tenaga dibagi kedalam beberapa klasifikasi

1. Tempat penggunaan

- a. Low Voltage CB : Pemutus tenaga jenis ini biasa digunakan pada instalasi beban rumah tangga dan perkantoran. Penerapan *low voltage circuit breaker* ini pada panel hubung bagi (PHB). PMT jenis tenaga ini adalah 0,1 sampai 1kV
- b. Medium Voltage CB : Pemutus tenaga jenis ini digunakan pada jaringan distribusi dan pembangkit. Rentang penanganan tegangan pemutus ini berkisar 1kV sampai 52kV.
- c. High Voltage CB : Pemutus tenaga jenis ini digunakan pada sistem jaringan transmisi dan gardu induk transmisi. Penanganan yang mampu dilakukan oleh pemutus tenaga ini melebihi 52kV.

2. Media pemadaman

- a. Media Udara

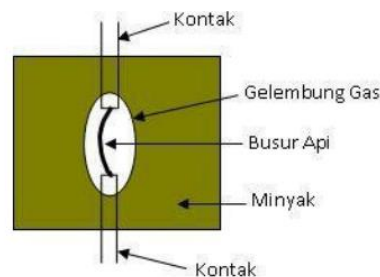
PMT jenis ini bekerja dengan memperpanjang lintasan busur api. Akibat pemanjangan bentuk busur api tersebut akan mampu memadamkan busur api yang timbul.



Gambar 1. Pemutus Tenaga Udara
(Sumber: Marsudi, 2005)

b. Media Minyak

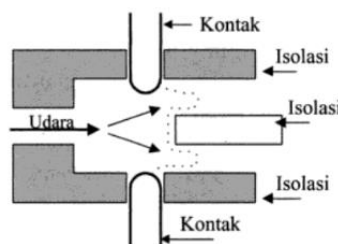
Pemutus Tenaga media minyak bekerja menggunakan minyak untuk dapat meredam busur api. Busur api terjadi ketika kontak dipisahkan maka akan terjadi didalam minyak, ketika terjadi busur api yang panas minyak akan mengalami proses dekomposisi yang menghasilkan gas hidrogen, gas ini mampu menghambat proses produksi pasangan ion.



Gambar 2. Pemutus Tenaga Minyak
(Sumber: Setiono, 2017)

c. Media Tekanan Udara

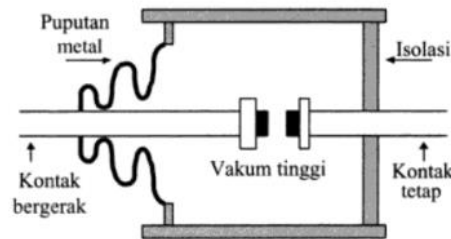
Pemutus tenaga tekanan udara ini merupakan pemutus yang bekerja dengan bantuan kompresor, dimana kompresor akan menghasilkan udara bertekanan 180 bar. Udara disimpan pada ruang yang diisolasi yang terbuat dari porselin.



Gambar 3. Kontak PMT Hembus Udara
(Sumber: Tobing, 2003)

d. Media vakum

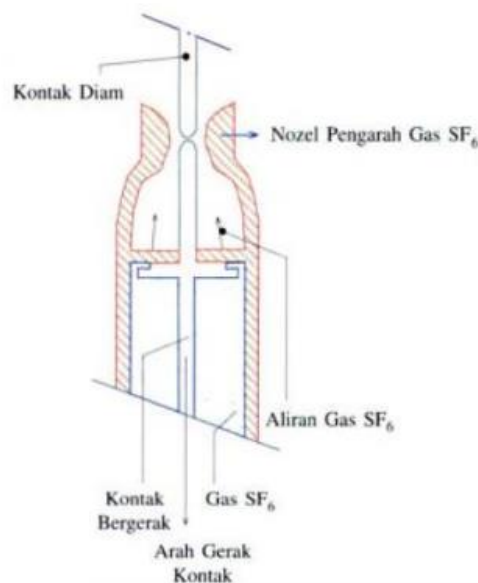
Ketika terjadi busur api kontak bergerak akan terbuka dan terjadi proses kimiawi yang mengakibatkan pemutusan busur api, sehingga busur api dapat padam. Pada PMT ini dilengkapi seal penyekat udara yang berguna untuk menyekat kebocoran udara.



Gambar 4. Kontak PMT Media Vakum
(Sumber: Tobing, 2003)

e. Media Gas

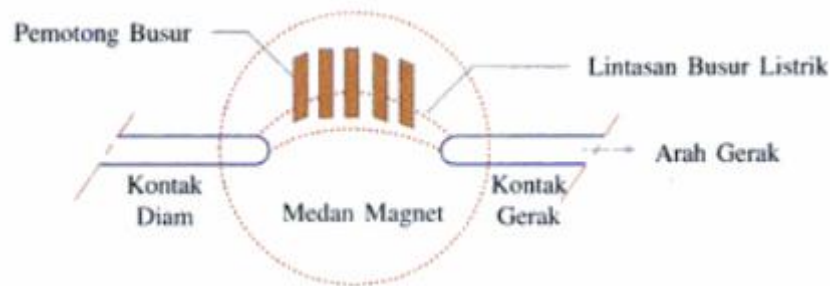
Gas yang digunakan untuk memadamkan adalah *Sulfur hexafluorida* (SF_6). Gas SF_6 ini memiliki isolasi yang baik dalam penghantaran listrik. Prinsip kerja dari PMT gas ini ketika terjadi busur api, gas SF_6 akan ditiupkan pada sepanjang busur api pada saat itu gas akan menyerap panas dari busur api dan busur api akan padam. PMT jenis ini mampu menangani pemadaman pada tegangan 3.6kV sampai dengan 760kV.



Gambar 5. Pemutus Tenaga Gas SF_6
(Sumber: Marsudi, 2005)

f. Media Magnet

Pemutus tenaga media magnet ini bekerja dengan memanfaatkan medan magnet untuk mematikan busur api. Prinsip kerja pada PMT ini adalah dengan cara memanjangkan lintasan busur api. Penarikan busur api dilakukan oleh medan magnet yang akan memperpanjang hingga terputus.



Gambar 6. Pemutus Tenaga Magnet
(Sumber: Marsudi, 2005)

Gas SF₆ memiliki berat molekul 14 dan tersusun dari 22% berat belerang dan 78% Flour. Memiliki rapat gas 6,139 gr/lit pada suhu 20 derajat celcius dan memiliki tekanan atmosfer yang beratnya 5x berat udara (Ronilaya, 2018). Sebagai bahan isolasi, gas SF₆ memiliki sifat isolasi yang lebih baik dibandingkan dengan unsur gas isolasi yang lain. Selain sebagai pengisolasi yang baik gas ini juga handal dalam pendinginan dibidang kelistrikan. Terdapat beberapa kelebihan dan kelemahan gas ini diantara gas lain, diantaranya:

1. Kelebihan

- a. Mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat.
- b. Cepat memadamkan busur api, sehingga mempersingkat waktu terjadinya busur api.
- c. Reaksi yang terjadi tidak menghasilkan karbon.
- d. Saat terjadi pelepasan muatan ke atmosfer tidak menimbulkan bising.
- e. Memiliki sifat yang stabil, tidak mudah terbakar dan tidak beracun.

2. Kelemahan

- a. Pembiayaan yang mahal
- b. Ketika terjadi kerusakan, perbaikan yang dilakukan membutuhkan waktu yang lama.

- c. Ketika dilakukan maintenance, diperlukan pemindahan gas SF6 ke dalam tabung penyimpanan.
- d. Diperlukan pengontrolan suhu karena gas SF6 memiliki titik lebur yang rendah berada diangka 1000 °C dan tekanan 1,520kN/m².

Terjadinya Busur Api

Busur api dapat terjadi ketika aliran listrik diputuskan ataupun dihubungkan dengan suatu sistem listrik. Ketika suatu aliran listrik diputuskan secara paksa maka akan menimbulkan percikan listrik yang akan mengionisasi udara sehingga udara mampu menjadi konduktor yang baik yang kemudian akan membentuk busur api.

Tobing mengatakan pembentukan busur api dapat terjadi karena proses kimiawi yang terjadi didalam aliran listrik, dimana terbagi menjadi dua:

1. Emisi thermis merupakan suatu kejadian ketika beda potensial antara kontak-kontak yang mampu menghasilkan medan elektrik, kemudian ketika arus yang mengalir pada kontak akan memanaskan kontak dipermukaan kontak (Pradika, 2017).
2. Emisi Medan Tinggi merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu permukaan logam yang tak rata dikenai medan elektrik

Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dalam dua pekerjaan yaitu perawatan dan perbaikan. Perawatan menurut Arsyad (2018) adalah suatu kegiatan yang mencakup perbaikan, pemeliharaan, pembersihan, penyetelan, pengukuran dan pemeriksaan, sedangkan perawatan sendiri merupakan suatu bentuk tindakan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan sedangkan perbaikan merupakan yang dilakukan untuk membenahi kerusakan yang ada.

Pemeliharaan terbagi kedalam dua jenis pemeliharaan diantaranya: Perawatan Tak Terencana (Unplanned Maintenance) dan Perawatan Terencana (planned maintenance). Perawatan Tak Terencana dilakukan ketika terjadi keadaan darurat sedangkan Perawatan terencana dilakukan secara tersusun untuk mengantisipasi dan mengetahui peralatan yang mengalami kerusakan. Perawatan terencana sendiri meliputi

1. Perawatan Preventif
 - a. Perawatan Berkala (*Periodic Maintenance*)
 - b. Perawatan Prediktif (*Predictiv Maintenance*)

2. Perawatan Korektif

a. *Shutdown Maintenance*

b. *Breakdown Maintenance*

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian yang digunakan berupa studi literatur dan observasi lapangan. Studi literatur yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan referensi yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian yang berkaitan dengan judul, yang kemudian ditarik kesimpulan. Selain itu dilakukan pula observasi lapangan yang dilakukan secara langsung di perusahaan PT.Indonesia Power Suralaya PGU.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di PT.Indonesia Power suralaya dengan kurun waktu satu bulan, dengan melakukan observasi lapangan pada circuit breaker SF6. Pada dasarnya circuit breaker SF 6 ini adalah sebuah pemutus tenaga dengan memanfaatkan gas sulfur hexaflorida. Dapat diketahui bahwa gas SF6 merupakan media aktif yang dapat memadamkan busur api. Cicuit breaker atau pemutus tenaga merupakan sebuah pemutus tenaga sekaligus pengatur keberlangsungan jalannya aliran listrik pada suatu instalasi.

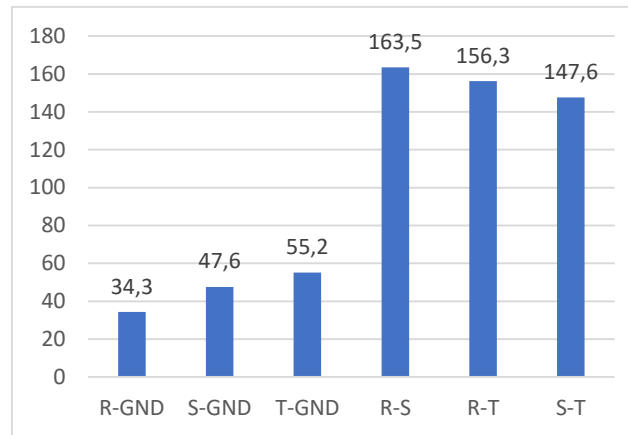
Penelitian ini berfokus pada circuit breaker SF6 6Kv yang menangani rating besaran pada tegangan 6Kv dan digunakan pada frekuensi berkisar 50 sampai 60 Hz dengan rating penanganan pembukaan sebesar 0,05 detik dan penutupan selama 0,1 detik. Ketika beroperasi circuit breaker ini akan memutuskan busur api atau arus dengan cara ketika suhu disekitar ruang pemutus meningkat dan kontak penggerak akan membuka jalur media isolasi dan akan menghembuskan gas sulfur hexaflorida yang disebabkan oleh tekanan yang ada akibat suhu yang meningkat tersebut.

Padamnya busur api yang ada terjadi karena gas SF6 memiliki sifat yang baik ketika melakukan pengisolasian. Gas SF6 memiliki sifat dielektrik yang baik dan keelektronegatifan e^- karena gas ini mampu membawa muatan dan menangkap electron bebas serta menyerap energi dan akan menurunkan suhu sekitar ruangan.

Gas ini rentan mengalami kebocoran sehingga diperlukan perawatan yang dilakukan secara berkala terhadap mesin. Perawatan yang dilakukan adalah perawatan overhoul maintenance yang masuk kedalam jenis perawatan korektif. Perawatan ini meliputi

1. Insulation Resistance

Pengukuran tahanan isolasi atau insulation resistance ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai tahanan isolasi circuit breaker antara terminal atas, bawah serta ground. Mengukuran tersebut mendapatkan hasil sebagai berikut:

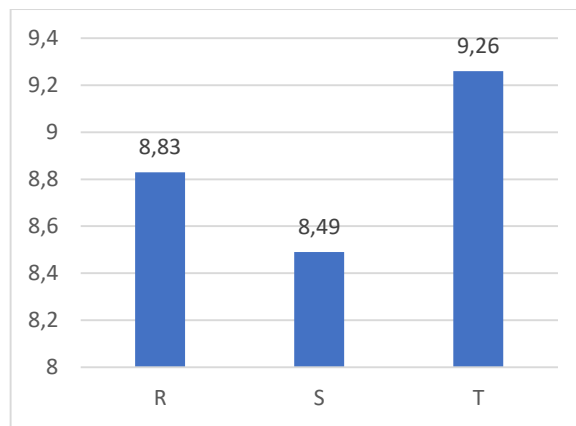


Gambar 7. Pengukuran Tahanan Isolasi

Berdasarkan data di atas pengukuran tahanan isolasi terhadap fasa ke fasa mendapatkan nilai berbeda-beda. Pengukuran fasa R-S mendapatkan nilai sebesar 163,5 Ω , sedangkan pengukuran fasa R-T mendapatkan nilai sebesar 156,3 Ω dan pengukuran fasa S-T mendapatkan nilai sebesar 147,6 Ω . Dari data yang didapatkan melalui pengukuran menunjukkan bahwa nilai tersebut berada dibawah standar yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam rentang di atas 1000 M Ω . Berdasarkan hasil perbandingan diatas tahanan isolasi baik antar fasa dengan fasa maupun fasa dengan *ground* menunjukkan keadaan bekerja dengan baik.

2. Contact Resistance

Pengukuran tahanan kontak pada pemutus tenaga ini dilakukan unruk mengetahui nilai resistansi yang timbul akibat adanya sambungan, selain itu pengukuran tahanan kontak ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa kontak tetap dan kontak diam didalam pemutus tenaga bekerja dengan baik.

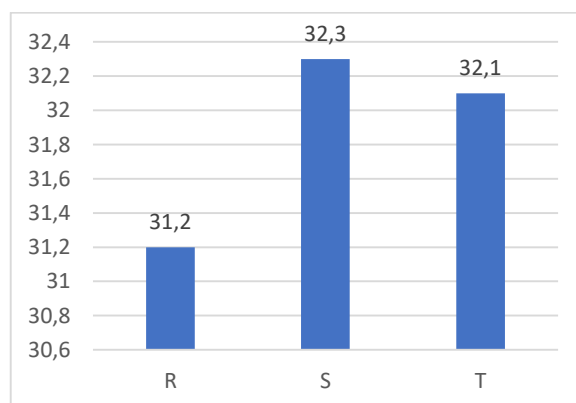


Gambar 8. Pengukuran Tahanan Kontak

Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa fasa R memiliki nilai sebesar 8,83 Ω , fasa S mendapatkan nilai sebesar 8,49 Ω dan fasa T mendapatkan nilai sebesar 9,26 Ω . Berdasarkan data yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut berada didalam rentang normal dengan standar perusahaan Mitsubishi Electric menyatakan bahwa nilai tahanan kontak harus berada kurang dari 20 $\mu\Omega$.

3. Kecepatan Waktu Kerja Circuit Breaker

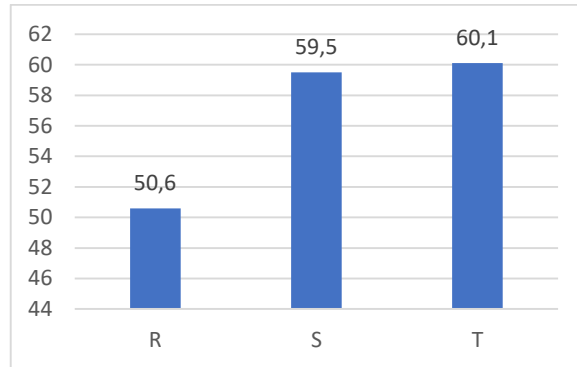
Pada saat proses pembukaan dan penutupan kontak tersebut harus dilakukan secara serentak pada setiap fasanya. Maka dari itu dilakukan pengukuran untuk menghitung keserempakan kecepatan waktu kerja dengan menggunakan *breaker analyzer*. Pengukuran dengan menggunakan *breaker analyzer* dilakukan pada setiap fasa yang digunakan pada. Fasa yang digunakan adalah fasa R, S dan T. Berikut merupakan hasil pengukuran dengan menggunakan *breaker analyzer*.



Gambar 9. Pengukuran Kecerempakan Kerja Pada Saat Waktu Pembukaan

Berdasarkan tabel di atas, hasil pengukuran setiap fasa mendapatkan nilai yang berbeda. Pada saat pengukuran waktu kerja pada waktu pembukaan fasa R

mendapatkan nilai sebesar 31,2 mS sedangkan fasa S mendapatkan nilai sebesar 32,3 mS dan fasa T sebesar 32,1 mS. Berdasarkan data di atas perbedaan waktu kerja setiap fasanya sebesar 9,5mS, hal tersebut menunjukkan bahwa deviasi waktu masih dalam rentang standar yang mana standar deviasi waktu sebesar $\leq 10mS$.



Gambar 10. Pengukuran Keseserempakan Kerja Pada Saat Waktu Penutupan

Berdasarkan tabel di atas, hasil pengukuran setiap fasa mendapatkan nilai yang berbeda. Pada saat pengukuran waktu kerja pada waktu pembukaan fasa R mendapatkan nilai sebesar 31,2 mS sedangkan fasa S mendapatkan nilai sebesar 32,3 mS dan fasa T sebesar 32,1 mS. Berdasarkan data di atas perbedaan waktu kerja setiap fasanya sebesar 9,5mS, hal tersebut menunjukkan bahwa deviasi waktu masih dalam rentang standar yang mana standar deviasi waktu sebesar $\leq 10mS$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Circuit breaker bekerja ketika terjadi busur api didalam ruang, maka kontak-kontak akan bergeser dan gas SF6 akan ditiupkan pada sepanjang busur api sehingga busur api dapat padam. Gas SF6 memiliki sifat yang mampu membawa muatan dan menangkap elektron bebas serta menyerap energi dan menurunkan suhu disekitar ruangan.

PT.Indonesia Power suralaya ini menerapkan pemeriksaan rutin yang dilakukan selama satu bulan sekali dan dilakukan overhoul selama 2 tahun sekali dengan melakukan pengukuran pada pengukuran tahanan isolasi, tahanan kontak, kecepatan waktu kerja pada saat pembukaan dan penutupan circuit breaker. Pemutus tenaga dapat bekerja dengan baik jika dilakukan pengecekan dan perawatan secara rutin.

DAFTAR REFERENSI

Arsyad, Muhammad dan Ahmad Zubair Sultan. 2018. Manajemen Perawatan. Penerbit Deepublish: Yogyakarta.

Firdaus, Adis Galih dan Rahmat Hidayat. 2021. *Analisa Pengujian Kelayakan Operasi Pemutus Tenaga (PMT) 150 kV Bay Penghantar Mandirancan I Berdasarkan Parameter Breaker Analyzer di Gardu Induk Sunyaragi*. ELECTRICIAN: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro. Vol.15, No.3, hal. 252-267.

Hariansyah, Muhammad dan Jaenal Awaludin. 2014. *Aplikasi Penggunaan Kubikel 20kV Padaa Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Binary Cycle Dieng*. Jutek: Jurnal Teknik Elektro dan Sains. Vol. 1, No. 1

<https://www.bps.go.id/indicator/7/864/1/tenaga-listrik-yang-dibangkitkan-menurut-provinsi.html>

Irsyadi, Muhammad Yurson. 2016. Analisis Karakteristik Busur Api Listrik Tegangan Rendah Pada Hubung Singkat Langsung Melalui Sinkronisasi Penginderaan Bunga Api dan Arus Hubung Singkat.

Juwarta. 2015. *Pemutus Tenaga Sistem Hembus Pada Rangkaian Transmisi Listrik*. Orbith, vol. 11 No.2, hal. 92-95.

Kurniawan, Fajar. (2013). Manajemen Perawatan Industri: Teknik dan Aplikasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Markoni. 2022. Teknik Infrastruktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik (Versi electronic)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

May, J.W., Clark, T.F, Vorwerk, H.J. 1967. A New HV and EHV Air Blast *Circuit Breaker Design: II-Fundamental Air System Considerations*. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-86, No.3, hal. 349-360.

Permata, Endi dan Dimas Aditama. 2020. *Sistem Kendali On/Off Circuit Breaker 150kV AD20 Tipe 8DN2 di PT. Krakatau Daya Listrik*. Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah. Vol. 12, No.1. hal. 65-73.

- Pradika, Hendy., Moediyono. 2013. *Thermal Overload Relay* Sebagai Pengaman *Overload* Pada Miniatur Gardu Induk Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) CP1E-E40DR-A. GEMA TEKNOLOGI. VOL.17. N0.2.
- Purwanto, Remon Lapisa dan Andre Kurniawan. 2020. *Turbin Air: Pengantar dan Aplikasi di Lapangan*. UNP PRESS: Padang.
- Rahmat, Saepul dan Riyani Prima Dewi. 2020 Distribusi Medan Listrik di Kompartemen Busbar Gas Insulated Switchgear (GIS) Menggunakan Charge Simulation Method (CSM). E-JOINT (Electronica and Electrical Journal of Inovation Technology). Vol.1, No. 2.
- Sehrawat, M. S., & Narang, J. S. 2001. *Production Management*. Nai sarak: Dhanpahat RAI Co.
- Setiono, Iman. 2017. *Gas SF6 (Sulfur Hexa Flourida) Sebagai Pemadam Busur Api Pada Pemutus Tenaga (PMT) di Saluran Transmisi Tegangan Tinggi*. METANA. Volume 2017.13(12):1-6.
- Surya, Rayana Jaka., Gigih Priyandoko dan Istiadi. (2022) Sistem Pemantau dan Kendali Tekanan Gas SF6 PMT Gardu Induk Melalui IoT. *Jetri:Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. Vol. 19, No.2
- Sutopo, Adi., Juaksa Manurung dan Arwadi Sinuya. (2020). *Ilmu Bahan Listrik*. Medan:Yayasan Kita Menulis.
- Tobing, Bonggas L. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi* (Versi elektronik). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.